

УДК 630

С.Г. Махнева¹, Л.Г. Бабушкина²¹Ботанический сад УрО РАН;²Уральский государственный лесотехнический университет)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЫЛЬЦЫ РАЗНЫХ ЦВЕТОПЫЛЬНИКОВЫХ ФОРМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Представлены результаты изучения пыльцы сосны обыкновенной разных цветопыльниковых форм. Выявлены различия биологических свойств пыльцы деревьев, произрастающих при разном уровне техногенного загрязнения.

Для сосны обыкновенной характерно разнообразие окраски мужских шишек. Для многих регионов России отмечены в насаждениях формы, контрастные по цвету микростробилов, - краснопыльниковая (*P. sylvestris* var. *erythranthera* Sanio) и желтопыльниковая (*P. sylvestris* f. *sulfuranthera* Kozubov), а также множество переходных (оранжевая, розовая и др.) (Правдин, 1964; Мамаев, 1973; Козубов, 1974; Аникеев и др., 2000, и др.). Анализ литературы выявил взаимосвязь частоты встречаемости цветопыльниковых форм сосны с условиями внешней среды, а также с некоторыми морфологическими, биохимическими и физиологическими показателями деревьев.

Возрастание доли краснопыльниковых форм указывает на их устойчивость к неблагоприятным климатическим и эдафическим условиям. В литературе имеется мало сведений о влиянии техногенного загрязнения на цветопыльниковое разнообразие сосны (Федотов и др., 1983; Аникеев и др., 2000), практически отсутствуют данные о биологических свойствах пыльцы различных цветопыльниковых форм при техногенном загрязнении. Между тем известно, что окраска микростробилов обусловлена наследственно, имеет узкую норму реакции, легко учитываема, что позволяет использовать данный признак в генетических, экологических, селекционных исследованиях.

Целью работы было изучение морфологических и функциональных показателей пыльцы сосны обыкновенной разных цветопыльниковых форм, произрастающей при разном уровне техногенного загрязнения, а также выявление форм сосны, адаптированных к условиям произрастания, и признаков, пригодных для индикации состояния мужской генеративной системы.

Материалы и методы. Изучение состояния мужского гаметофита сосны при техногенном загрязнении проводили в насаждениях сосны на территории Полевского лесхоза. Основными источниками промышленных

выбросов в районе исследований являются Полевской криолитовый завод и Северский трубный завод. Подробное описание насаждений, уровня и типа техногенного загрязнения, постоянных пробных площадей, объектов и методов исследования было приведено нами ранее (Махнева и др., 2003).

Превалирующим компонентом аэрополлютантов являются фторсодержащие вещества. Постоянные пробные площади (ППП) были заложены в одновозрастных насаждениях сосны обыкновенной на расстоянии 2 км от основного источника загрязнения в северо-восточном направлении – ППП 1 (зона сильного уровня загрязнения), на расстоянии 3,5 км в северо-восточном направлении – ППП 2 (зона среднего уровня загрязнения) и 26 км в юго-восточном направлении – ППП 4 (зона слабого уровня загрязнения). В качестве фоновых (условного контроля) выбраны насаждения сосны, произрастающие на территории Сысертского лесхоза (ППП К) с условно удовлетворительной экологической ситуацией.

Модельные деревья исследуемых насаждений были сгруппированы в соответствии с цветом формируемых ими мужских шишек – желто- и зеленопыльниковые (1-я группа), переходные – все промежуточные варианты окраски с участием желтого, красного и других цветов (2-я группа), краснопыльниковые (условно) – все варианты красного, фиолетового, бурого, малинового цветов (3-я группа).

Результаты и обсуждение. Установлено, что доля выделенных форм сосны в насаждениях различна (рис. 1): численно доминируют желто- и зеленопыльниковые (в дальнейшем – желтопыльниковые) формы, менее всего – краснопыльниковые. Однако в фоновых условиях и в зоне слабого уровня техногенного загрязнения доля краснопыльниковых деревьев выше соответственно в 2,4-2,6 и 1,3-1,4 раза по сравнению с зонами среднего и сильного уровней загрязнения.

Показатель фертильности пыльцы всех насаждений, отражающий цитоморфологическую полноценность пыльцы, варьирует независимо от показателя цвета мужской шишки (рис. 2). Выявлена общая для всех исследуемых насаждений тенденция снижения показателей жизнеспособности пыльцы краснопыльниковых форм сосны по сравнению с желтопыльниковыми, а в ряде случаев – и с переходными формами (рис. 3-4).

Следует отметить различия по значениям показателей жизнеспособности пыльцы между группами деревьев с переходным цветом мужских шишек фоновых насаждения и насаждений из зон техногенного загрязнения. Показатели жизнеспособности пыльцы на ППП К практически равны для деревьев 1-й и 2-й групп и выше значений 3-й группы на 20,8%, тогда как в зонах техногенного загрязнения наблюдается существенное снижение величины данных показателей пыльцы деревьев переходных форм, часто до уровня краснопыльниковых форм.

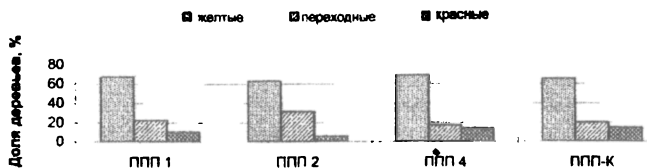


Рис. 1. Соотношение цветопыльниковых форм сосны

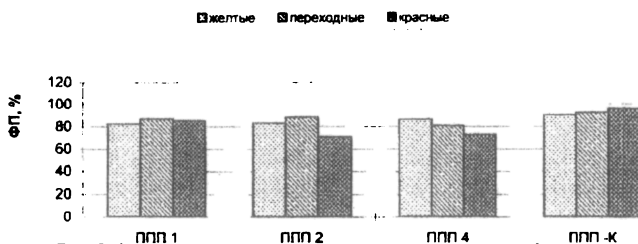


Рис. 2. Фертильность пыльцы разных цветопыльниковых форм сосны

Рассмотрим признаки, характеризующие потенциальную жизнеспособность зрелой пыльцы сосны – содержание в ней крахмала и липидов. Проведенные ранее исследования выявили изменения в содержании запасных питательных веществ в пыльце при техногенном загрязнении, однако достоверной взаимосвязи между накоплением веществ и показателями жизнеспособности пыльцы не выявлено (Махнева и др., 2003).

Настоящим исследованием установлено, что содержание крахмала в пыльце сосны из зон техногенного загрязнения возрастает в ряду желтопыльниковые – переходные - краснопыльниковые формы (рис. 5). В фоновых условиях различия между двумя последними формами отсутствуют, а содержание крахмала в них выше, чем в желтопыльниковых формах, на 26,1%. Таким образом, жизнеспособность пыльцы тем ниже, чем выше уровень крахмала в зрелой пыльце. Содержание липидов в пыльце не связано с цветом микростробилов, за исключением ППП 2 (рис. 6).

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить изменение генетической структуры сосны в зонах среднего и сильного уровней техногенного загрязнения, а также некоторых биологических свойств пыльцы разных цветопыльниковых форм. Краснопыльниковые формы сосны обыкновенной всех исследуемых насаждений характеризуются относительно низкими значениями показателей жизнеспособности пыльцы, высокими значениями показателей содержания липидов и крахмала. Желтопыльниковые формы, как правило,

характеризуются высокими показателями жизнеспособности и низкими показателями содержания запасных питательных веществ.

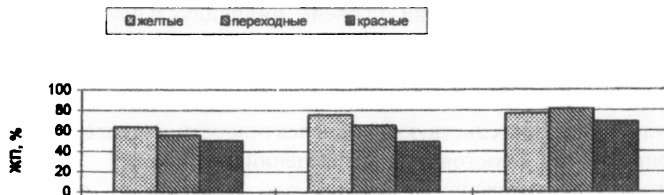


Рис. 3. Прорастание пыльцы разных цветопыльниковых форм сосны

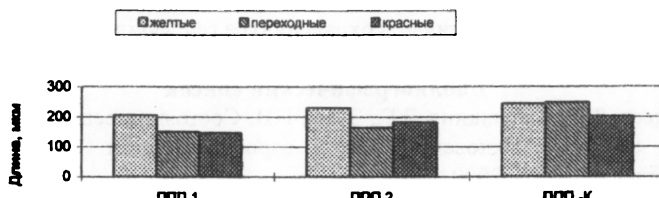


Рис. 4. Длина пыльцевых трубок разных цветопыльниковых форм сосны

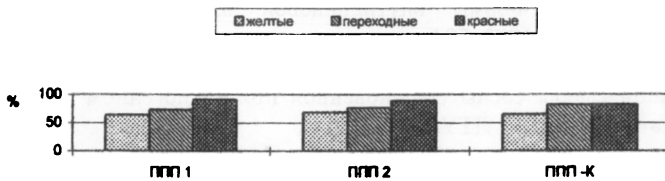


Рис. 5. Содержание крахмала в пыльце разных цветопыльниковых форм сосны



Рис. 6. Содержание липидов в пыльце разных цветопыльниковых форм сосны

Переходные формы в зонах техногенного загрязнения по показателю длины пыльцевой трубки ближе к краснопыльниковым, а в фоновом насаждении – к желтопыльниковым. Приведенные данные позволяют сделать вывод об устойчивости желтопыльниковых форм сосны обыкновенной к фторсодержащим аэрополлутантам, уязвимости

краснопыльниковых и в особенности переходных форм, параметры пыльцы которых изменяются существенно под воздействием техногенного загрязнения.

Следует отметить высокий уровень индивидуальной изменчивости показателей пыльцы краснопыльниковых форм, число которых в исследуемых насаждениях было невелико, что не позволило подкрепить выявленные тенденции статистическими данными. Однако полученные нами результаты свидетельствуют о перспективности данного направления для биоиндикации состояния насаждений, а также в генетико-селекционных исследованиях. Знание закономерностей изменчивости пыльцы и взаимосвязей ее с другими биохимическими, физиологическими, цитогенетическими признаками пыльцы и дерева в целом позволит исследовать механизмы устойчивости сосны к неблагоприятным условиям среды, проводить мероприятия по сохранению ее генофонда.

Библиографический список

Аникеев Д.Р., Бабушкина Л.Г., Зуева Г.В. Состояние репродуктивной системы сосны обыкновенной при аэротехногенном загрязнении. Екатеринбург: УГЛТА, 2000. 81 с.

Козубов Г.М. Биология плодоношения хвойных на Севере. Л.: Наука, 1974. 136 с.

Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 284 с.

Махнева С.Г., Бабушкина Л.Г., Зуева Г.В. Состояние мужской генеративной сферы сосны обыкновенной при техногенном загрязнении среды. Екатеринбург: УГЛТУ, 2003. 154 с.

Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 172 с.

Федотов И.С. и др. Оценка действия двуокиси серы на сосновые насаждения // Лесоведение. 1983. № 6. С. 23-27.